



因應 極端氣候與天然災害之 鐵道永續及韌性強化作為 專輯序言

專輯客座主編 陳宗宏*／國營臺灣鐵路股份有限公司 副總經理

鐵路運輸在台灣交通體系中扮演關鍵角色，不僅串聯西部與東部主要城鎮，形成環島運輸的骨幹，也兼具運量大與穩定性高等優勢，有助於提升整體運輸效率。同時，鐵路亦帶動沿線地區發展，促進觀光、產業與城鄉連結，使交通可及性提升，進一步強化區域均衡與社會連結。鐵路不僅提供民眾日常通勤與長途移動的重要選擇，也在災害應變與國土韌性中扮演不可或缺的基礎設施角色。

本期以鐵道永續韌性強化為主軸，探討鐵道在持續營運前提下，如何透過跨單位合作提升對災害之韌性，以因應日益頻繁的極端氣候挑戰。本期共

收錄九篇專文，以上游氣象預警作為開端，結合地表地形監測與科技巡檢技術，延伸至跨單位的協同合作與工程實務改善，建立完整的韌性體系。

在氣象預警層面，透過氣象署提供的精細化降雨預報與相關觀測資料，補足偏遠山區及不易設置雨量站區域之監測限制，提升上游降雨預測能力，使鐵道營運單位得以及早掌握降雨變化情形，爭取下游區域的預警與應變時間，作為行車警示與防災決策的重要依據。進一步結合科技巡檢技術，大範圍地形地貌監測、災害後地貌變化分析並辨識潛在災害熱區，作為後續風險評估與工程改善之依據，以強化防災管理能力並建立更完善之災害預防機制。

* 通訊作者，0403454@railway.gov.tw



集集線案例成功應用現代科技之技術，透過高精度光達調查、地質鑽探、地球物理探測與水文分析，掌握崩積地層之複合式破壞機制，於「穩固崩塌源頭、排除地表與地下水、分階修坡加固及明挖隧道復建」之防護策略下，成功克服了斷層剪裂帶等破碎地質挑戰，並達成「零工安意外」目標並提早交付工作界面，除全面提升鐵路支線之基礎設施韌性與營運安全外，更將為南投地區之觀光產業與交通活化帶來顯著效益。

災害防治並非單一單位即可獨立完成，鐵道沿線災害往往涉及上游集水區、山坡地及周邊環境等多重因素，因此本專輯以北迴線大清水溪橋河道沖淤為例，說明透過工程會協調建立跨機關合作機制，結合公路、農業、水土保持及地方政府等相關單位共同投入改善工作，並依區域特性辦理邊坡整治、野溪治理及上游集水區改善等措施，以形成由上而下的整體防災治理模式。

2024 年臺灣東部先後遭受 0403 花蓮強震與凱米颱風之複合型災害，臺鐵北迴線 K48 路段發生多次落石與土石流等重大災害，本專輯除說明災害調查與復舊工程外，亦透過數值模擬、工程設計及現地分析等方法，研擬相對應的減災與避災策略，以降低極端降雨及土石流對鐵道系統之衝擊。由於鐵道路線受地形條件限制，難以完全阻擋土石流衝擊，因此現行改善方向著重於降低災害對行車安全之影響，例如採取導流、緩衝等工程手法，使土石流得以宣洩通過，並爭取應變與清理時間，以維持鐵道營運安全。本專輯亦收錄臺鐵北迴線小清水溪橋改建工程由西正線應急搶修，到東正線預防性改建之

完整歷程，說明如何在不中斷營運的情況下修復橋梁，同時以韌性導向取代原型復舊。

此外，聯防機制與 DWS 預警告警系統亦為本專輯重要論述之一。即使已經做了工程改善、預警與防災設施，仍可能面對不可抗力的極端氣候，因此必須建立跨單位聯防與即時通報機制，透過跨單位即時資訊共享與風險通報，使鐵道營運單位得以提前採取減速或停駛等預防性措施；另亦需建立多層次告警與停車機制，包括風險警示、異常監控、告警停車與行車管制等形成完整防護架構，此一機制不僅強化災前預警能力，亦提升整體營運安全之決策即時性。

平溪線案例則具體展現此一防災體系之實務成果。當降雨達到行動值門檻時，系統依預警機制執行列車停駛，成功避免進入災害風險區域，並於災後迅速啟動搶修作業。平溪線雖屬營運規模與收益較低之支線鐵路，但政府仍投入資源迅速完成修復，並結合科技巡檢、邊坡監測與防災分析等進行改善。透過本案例，可呈現政府對地方交通與觀光路線之支持，同時展現臺鐵在極端氣候條件下的應變能力與營運韌性。

整體而言，本專輯呈現臺鐵如何因應極端氣候，建立從氣象預測、地貌監測、上游治理、工程改善、預警告警、聯防機制到災後復原的完整韌性系統。這不是單一工程成果，而是一套由上而下、跨域整合之鐵道防災韌性系統。臺鐵公司未來發展方向，亦將持續朝向智慧化監測與自動化預警之目標邁進，以全面提升鐵道系統面對極端氣候之適應能力與營運韌性。